META FONT

โปรแกรมสำหรับสร้างตัวพิมพ์ และการประยุกต์กับภาษาไทย

ดร.ชิดชนก เหลือสินทรัพย์*

ความก้าวหน้าทางคอมพิวเตอร์ทำให้ระบบการเรียงพิมพ์และการจัดเตรียมบทความง่ายกว่าสมัยก่อน แต่ถึงแม้ว่าความสะดวกสบายดังกล่าวจะช่วยให้เราประหยัดเวลา และทำให้การตรวจแก้บทความง่ายขึ้นก็ตาม ปัญหาของการพิมพ์โดยอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ยังคงมีปัญหาหลักก็คือ ตัวพิมพ์ เราจะเห็นได้ว่า หนังสือพิมพ์ วารสาร หนังสือเรียน มิได้พิมพ์ด้วยตัวพิมพ์แบบเดียวกัน ขนาดเดียวกัน ทำอย่างไรเราจึงจะสามารถเก็บพวกตัวพิมพ์แบบและขนาดต่าง ๆ บนเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยที่เมื่อเราเปลี่ยนยี่ห้อของเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว ตัวพิมพ์ที่สร้างขึ้นก็ยังคงสามารถใช้ได้เช่นเดิม ไม่ขึ้นกับโครงสร้างของเครื่อง นอกจากนั้นเรายังสนใจว่า ตัวพิมพ์ที่พิมพ์ออกมานั้นควรจะดูสวยงาม เรียบ ปราศจากเส้นหยัก รอยหัก ดังเช่นเดียวกับตัวพิมพ์แบบโลหะหล่อตามโรงพิมพ์ทั่วไป

ในบทความนี้เราจะแนะนำถึงโปรแกรมที่ชื่อ METAFONT ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยทีมงานของศาสตราจารย์ Donald Knuth ที่ Stanford University เมื่อ 10 กว่าปีก่อน โปรแกรมนี้จะช่วยเราออกแบบตัวพิมพ์คอมพิวเตอร์ให้มีขนาดและแบบต่าง ๆ นอกจากตัวพิมพ์แล้วเรายังสามารถใช้โปรแกรมช่วยออกแบบเครื่องหมายสัญลักษณ์แปลก ๆ ได้ด้วย ในตอนท้ายของบทความนี้ เราจะกล่าวถึงการประยุกต์ METAFONT กับภาษาไทย ซึ่งได้มีการพัฒนาโดยทีมงานของเราที่ University of Southwestern Louisiana

การสร้างตัวพิมพ์โดยทั่วไป

ตัวพิมพ์ที่พิมพ์ออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปจะแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ ตัวพิมพ์แบบที่ใช้ในโรงพิมพ์กับตัวพิมพ์ที่พิมพ์แบบจุด ตัวพิมพ์แบบแรกที่เห็นได้โดยทั่วไปก็คือ พวกตัวพิมพ์ของพิมพ์ดีดไฟฟ้า ซึ่งพิมพ์โดยรับสัญญาณรหัสจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนตัวพิมพ์แบบที่สองจะเห็นได้โดยทั่วไปจากเครื่องพิมพ์ที่ใช้กับพวกเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ PC เครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึก และเครื่องพิมพ์แบบใช้เลเซอร์ ตัวพิมพ์แบบที่สองนี้ พิมพ์โดยการพิมพ์จุดหลาย ๆ จุดมาต่อกันเป็นเส้นหนาบาง การสร้างตัวพิมพ์บนเครื่องคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปอาศัยหลักการของตัวพิมพ์แบบที่สอง ตัวพิมพ์ในบทความนี้จะหมายถึงตัวพิมพ์แบบที่สอง

การออกแบบตัวพิมพ์ทำได้โดยกำหนดความละเอียดหรือจำนวนจุดทั้งหมดของแต่ละตัวอักษร จากนั้นก็กำหนดว่าจุดไหนควรจะมีสีดำ จุดไหนควรจะเป็นจุดขาว ทำคล้ายกับการเข้ารหัสตอนแปรอักษรในสนามกีฬา รายละเอียดวิธีทำดังกล่าวท่านผู้อ่านโปรดหาอ่านจากวารสารไมโครฯในเล่มก่อน ๆ เกี่ยวกับภาษาไทย

ข้อดีของวิธีนี้ก็คือง่ายต่อการวาดและออกแบบตัวพิมพ์ เพราะเป็นวิธีตรงไปตรงมา แต่ข้อเสียก็คือ จำนวนจุดนั้นขึ้นกับเครื่องพิมพ์ ถ้าเราเปลี่ยนเครื่องพิมพ์ที่มีจำนวนจุดน้อยกว่าแล้ว ตัวพิมพ์ที่ออกแบบไว้ก็จะไม่มีประโยชน์ นอกจากนั้นตัวพิมพ์แบบนี้ไม่สามารถแก้ไขขนาดตามความต้องการได้ง่าย ๆ ต้องออกแบบใหม่หมด

วิธีการของ METAFONT

แทนที่เราจะออกแบบและเก็บตัวพิมพ์เป็นกลุ่มของจุดตามวิธีในหัวข้อที่ 2 เราจะเก็บตัวพิมพ์เป็นสมการคณิตศาสตร์ ถ้าเราสังเกตให้ดีจะเห็นได้ชัดว่า ตัวพิมพ์

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ที่ The Center For Advanced Computer Studies, Univ. of Southwestern Louisiana, Lafayette, LA 70506, U.S.A.

แต่ละตัวประกอบไปด้วยกลุ่มของเส้นตรง เส้นโค้ง วงกลม วงรี และเส้นคด ส่วนประกอบเหล่านี้สามารถบรรยายได้โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ วิธีการนี้ทำให้ง่ายต่อการพิมพ์มาก เพราะตัวพิมพ์จะไม่ขึ้นกับเครื่องพิมพ์ สามารถขยายและย่อได้ตามต้องการโดยง่าย

รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างง่าย ๆ ของวิธีการบรรยายโครงสร้างของตัวพิมพ์ A ในตัวพิมพ์นี้เราจะแบ่งมันออกเป็นจุดสำคัญ ๆ 5 จุด คือ จุด Z1, Z2, Z3, Z4, Z5 สมมติว่า ความกว้างและความสูงของตัว A คือ W และ H ตามลำดับ ตำแหน่งของจุดทั้ง 5 กำหนดไว้ตามสมการในบรรทัดที่ 1 ถึง 5 จุดเริ่มต้นของตารางที่เราสร้างตัว A อยู่ที่มุมซ้ายล่าง ระยะทางของแต่ละจุดจะกำหนดโดยเทียบกับค่า W และ H ตัวอย่างเช่นจุด Z2 อยู่ที่จุดเริ่มต้น (0,0) จุด Z4 อยู่ที่ตำแหน่งค่าตามแกน X เท่ากับ $\frac{1.5\ W}{6}$ และ Y เท่ากับ $\frac{H}{2}$ หลังจากกำหนดตำแหน่งของจุดต่าง ๆ แล้ว เราจะใช้คำสั่งลากเส้นตรงต่อจุด โดยเส้นแรกเราจะต่อจุด Z1 และ Z2 เข้าด้วยกัน (บรรทัดที่ 6) จากนั้นก็ต่อจุด Z1 และ Z3 (บรรทัดที่ 7) แล้วตามด้วยเส้นต่อจุด Z4 กับ Z5 (บรรทัดที่ 8)

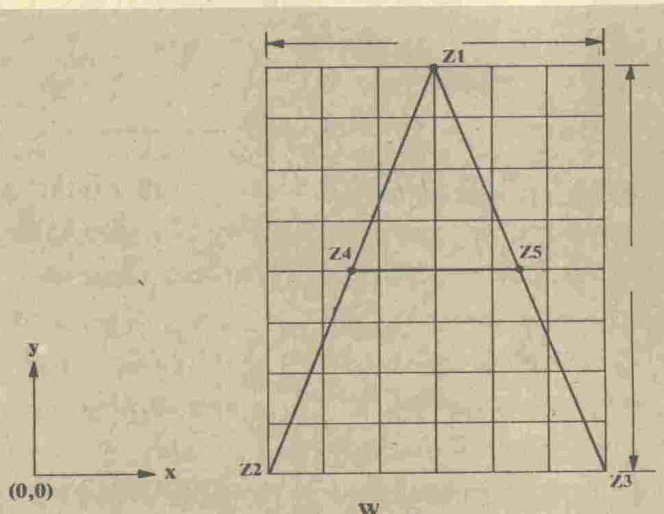
ขนาดของตัว A สามารถย่อหรือขยายได้โดยการเปลี่ยนค่าของ W และ H ซึ่งสะดวกมาก ตัว A ที่บรรยายโดยวิธีนี้หลังจากพิมพ์ออกมาแล้ว จะประกอบด้วยเส้นตรง 3 เส้น แต่ในบางครั้งเราต้องการให้เส้นมีความหนาด้วย METAFONT สามารถเปลี่ยนความหนาของเส้นได้ โดยการกำหนดและสมมติว่า เส้นแต่ละเส้นถูกลากด้วยปากกาที่กำหนดขนาดความกว้างความใหญ่ของหัวปากกาได้ นอกจากนั้นรูปร่างของหัวปากกายังสามารถกำหนดได้ด้วยว่าจะเป็นหัวแบบวงรี หรือวงกลม

เส้นโค้งใน METAFONT ทำได้โดยใช้คำสั่ง draw แบบที่ใช้ในบรรทัดที่ 6 แต่แทนที่จะใช้เครื่องหมายลบ เรากลับใช้จุด 2 จุดแทน ดังตัวอย่างในรูปที่ 2 ในรูปนี้เราต้องลากเส้นโค้งต่อจุด Z1, Z2, Z3, Z4 เข้าด้วยกัน โดยต้องการเส้นโค้งที่เรียบแบบใช้กระดูกงูวางทาบ

ภาษา METAFONT อย่างคร่าว ๆ

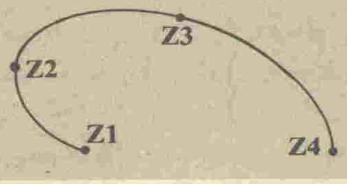
METAFONT บรรยายโครงสร้างของตัวพิมพ์โดยอาศัยสมการคณิตศาสตร์และโครงสร้างทางภาษาแบบภาษาทางโปรแกรมทั้งหลายเช่น C เป็นต้น เพื่อให้เห็นภาพพจน์ถึงการทำงานอย่างคร่าว ๆ ในการบรรยายโครงสร้างตัวพิมพ์ของ METAFONT เราจะมาดูคำสั่งพื้นฐานว่ามีอะไรบ้าง

คำสั่ง draw ใช้สำหรับลากเส้นซึ่งอาจจะเป็นเส้นตรง เส้นโค้ง หรือเส้นที่เป็นเส้นรอบวงของวงกลมก็ได้ นอกจากตัวอย่างในรูปที่ 1 และ 2 ถ้าสมมติว่าเราต้องการจะลากเส้นให้ผ่านจุดต่าง ๆ และให้ครบวง เราใช้คำสั่ง draw แล้วบอกมันว่า ลากเส้นเป็นแบบ cycle ดังตัวอย่างในรูปที่ 3



$Z1 = (\frac{W}{2}, W)$ 1
$Z2 = (0, 0)$ 2
$Z3 = (W, 0)$ 3
$Z4 = (\frac{1.5W}{6}, \frac{H}{2})$ 4
$Z5 = (\frac{4.5W}{6}, \frac{H}{2})$ 5
draw Z1 – – Z2 ; 6
draw Z1 – – Z3 ; 7
draw Z4 – – Z5 ; 8

รูปที่ 1 โครงสร้างตัว A



draw Z1..Z2..Z3..Z4 ;

รูปที่ 2 วิธีการลากเส้นโค้งใน METAFONT

คำสั่ง fill ใช้สำหรับเติมหรือทำให้บริเวณที่ต้องการเป็นสีทึบ

คำสั่ง unfill เป็นคำสั่งตรงกันข้ามกับ fill ใช้สำหรับลบบริเวณที่มีสีทึบออก ตัวอย่างเช่นในรูปที่ 4 ถ้าเราต้องการจะวาดตัวพิมพ์แบบที่แสดงไว้ เราจะใช้กลุ่มของคำสั่ง ดังนี้

```
fill   Z4..Z1..Z3..Z6..Z5..
       cycle ;
unfill 1/4[Z4, Z2]..3/4[Z4, Z2]..
       cycle;
unfil 1/4[Z6, Z2]..3/4[Z6, Z2]..
       cycle;
```

ตำแหน่ง $\frac{1}{4}$[Z4, Z2] คือ ตำแหน่งของจุดที่กำหนดไว้ที่ระยะทาง $\frac{1}{4}$ ของระยะทางระหว่างจุด Z4 และ Z2 สำหรับตำแหน่ง $\frac{3}{4}$[Z4, Z2] ก็มีความหมายในทำนองเดียวกัน ดังนั้นในคำสั่ง unfill เราจะสร้างวงกลม ซึ่งมีจุด 2 จุดนี้ เป็นจุดที่กำหนดระยะของเส้นผ่านศูนย์กลาง จากนั้นก็จะลบสีทึบออกไปจากวงกลมนี้ รูปที่ 4 (ข) แสดงตำแหน่งของจุด $\frac{1}{4}$[Z4, Z2] และ $\frac{3}{4}$ [Z4,Z2] กับจุด $\frac{1}{4}$ [Z6,Z2] และ $\frac{3}{4}$ [Z6,Z2]

คำสั่ง pickup pencircle เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับกำหนดขนาดของหัวปากกาที่จะใช้สำหรับลากเส้นในคำสั่ง draw ตัวอย่างเช่น

```
pickup pencircle scaled 0.4 pt ;
draw Z5..Z6.. cycle;
```

ในตัวอย่างนี้ เราใช้หัวปากกาหัวกลมที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 pt ค่า pt เป็นคำซึ่งเราจะกำหนดขึ้นมาในตัวอย่างนี้ pt เป็นแค่ตัวแปรเท่านั้น ลองดูอีกตัวอย่างหนึ่ง

```
pickup pencircle xscaled 0.8
pt yscaled 0.2 pt
```

ในตัวอย่างนี้เราใช้ปากกาหัววงรีซึ่งมีความกว้าง 0.8 pt และความสูง 0.2 pt รูปที่ 5 แสดงลักษณะของหัวปากกา ขนาดที่แท้จริงไม่ได้แสดงไว้

ตัวพิมพ์บางตัวนั้น เราจะเห็นว่าขนาดเส้นแต่ละเส้นใหญ่ไม่เท่ากัน ลองนึกถึงเวลาที่เราใช้ปากกาคอแร้ง จุ่มหมึกแล้วเขียนตัวหนังสือ หัวปากกาจะมีลักษณะแบบหัวตัดคือไม่แหลม เวลาที่เราเขียน เราจะเอียงหัวปากกาเพื่อให้เกิดเป็นมุม วิธีการเขียนแบบนี้ สามารถเลียนแบบได้ในภาษา METAFONT ดังนี้

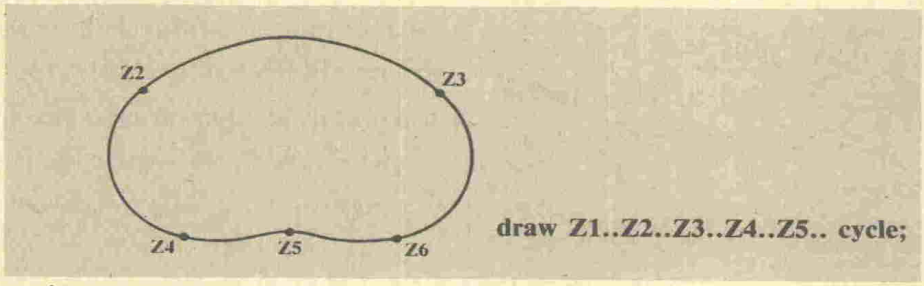
```
pickup pencircle xscaled 0.8
pt yscaled 0.2 pt rotated 30°
```

คำว่า rotated ใช้สำหรับบอกว่าหัวปากกาเอียงทำมุม 30 องศากับแนวนอน ส่วนขนาดของหัวปากกาใหญ่เท่ากับตัวอย่างก่อน รูปที่ 6 แสดงผลของการวาดวงรอบจุดแบบในรูปที่ 3 แต่เอียงหัวปากกา

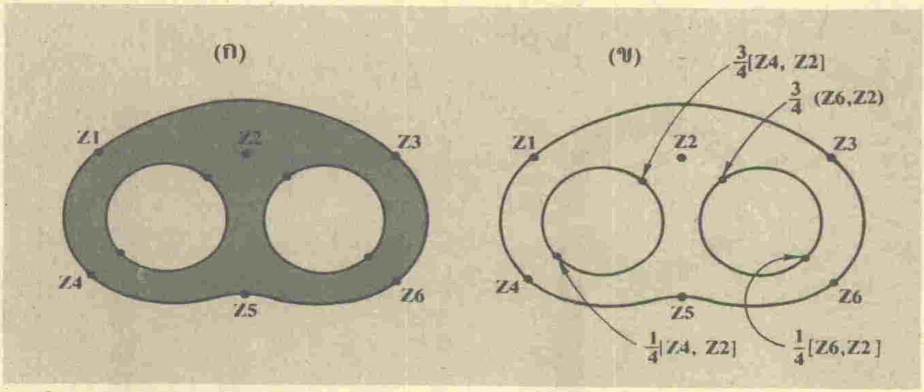
คำสั่ง beginchar ใช้สำหรับตั้งชื่อตัวพิมพ์ เพื่อให้ง่ายต่อการเรียกใช้งาน รายละเอียดวิธีใช้คำสั่งนี้จะอยู่ในหัวข้อถัดไป คำสั่งนี้จะประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ 4 ส่วน คือ ชื่อของตัวพิมพ์ ความกว้าง ความสูง และความลึก ดังนี้

```
beginchar ("e", W, H, D)
```

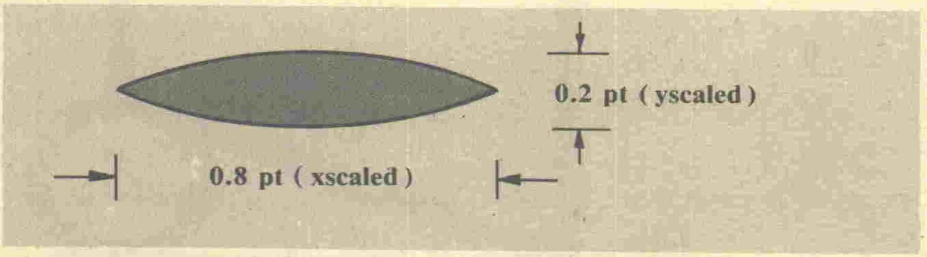
ชื่อตัวพิมพ์
ความกว้างของตัวพิมพ์
ความสูงของตัวพิมพ์
ความลึกของตัวพิมพ์



รูปที่ 3 ตัวอย่างวิธีลากเส้นรอบวงผ่านจุดต่าง ๆ



รูปที่ 4 ตัวอย่างคำสั่ง fill และ unfill



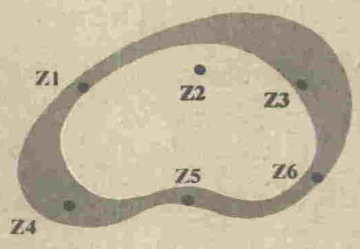
รูปที่ 5 ลักษณะหัวปากกากำหนดโดยคำสั่ง pickup pencircle

คำสั่งนี้คล้ายกับคำสั่ง begin ในภาษา PASCAL แต่แทนที่จะปิดท้ายด้วยคำว่า end เรากลับใช้คำว่า endchar แทน

การประยุกต์กับภาษาไทย

เนื่องจาก METAFONT เป็นภาษาที่สะดวกและดีสำหรับการออกแบบตัวพิมพ์ ทีมงานของเราจึงได้นำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้กับภาษาไทย ตัวพิมพ์ที่เราออกแบบขึ้นมาได้เริ่มใช้งานบางส่วนแล้ว โปรแกรมทั้งหมดวิ่งอยู่บนเครื่องยี่ห้อ SUN และ VAX 11/780 ภายใต้ UNIX ของมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียที่เบิร์กเล่ย์ เราสามารถที่จะพิมพ์ผสมกันระหว่างภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และภาษากรีก ซึ่งส่วนมากใช้ในทางคณิตศาสตร์ ตัวพิมพ์ที่ทำการทดลองอยู่ขณะนี้ พิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์เลเซอร์

ตัวอย่างโปรแกรมที่บรรยายตัวพิมพ์ภาษาไทย แสดงในรูปที่ 7 ในตัวอย่างนี้เรามีตัวพิมพ์ภาษาไทยทั้งหมด 4 ตัวคือ น, ก, ั และ า เจ็ดบรรทัดแรกของโปรแกรมเป็นคำสั่งสำหรับกำหนดค่าตัวแปรที่ใช้กับ METAFONT รวมทั้งกำหนดความละเอียดของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ บรรทัดที่มีเครื่องหมาย % จะเป็นบรรทัดที่อธิบาย ไม่ใช่คำสั่งทำงานของ METAFONT



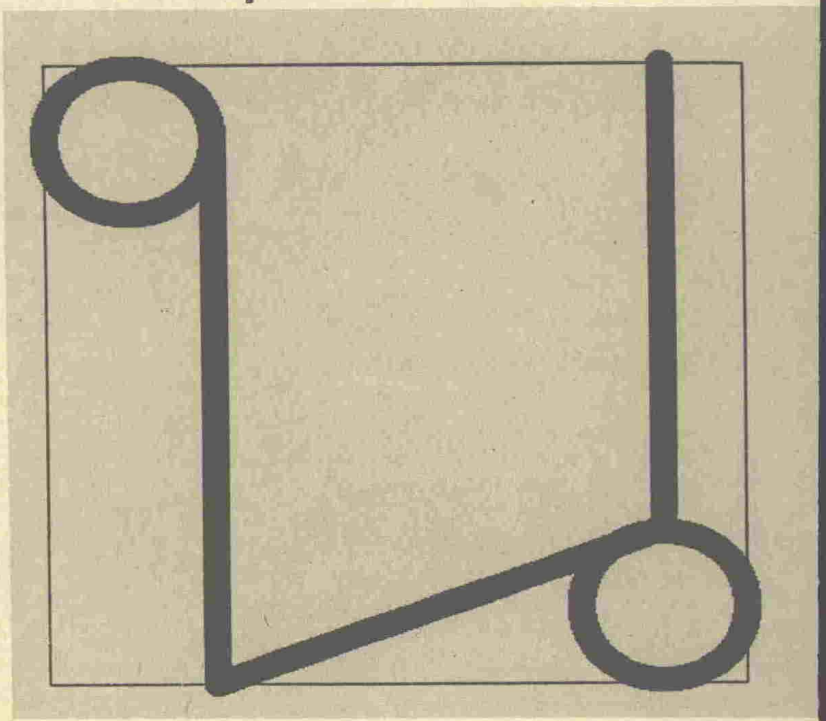

```
pickup pencircle xscaled 0.8 pt
yscaled 0.2 pt rotated 30;
draw Z1..Z"..Z6..Z5..Z4..Cycle;
```

รูปที่ 6 ตัวอย่างการวาดโดยเอียงหัวปากกา 30 องศา

```
Aug 28 12:08 1987  x.mf Page 1

mode_setup;
fontmaking := 1;
proofing := 1;
pixels_per_inch := 240;
input font10.mf;
font_setup;
% font_size 10pt#;
beginchar ("M",5pt#,5pt#,0);
pickup pencircle scaled .4pt;
z1 = (.154w,0); z2 = (.154w,.81h);
z3 = (.154w,.81h); z4 = (.31w,.88h);
z5 = (0w,.94h); z6 = (.31w,.88h);
z7 = (0w,.94h); z8 = (.54w,h); z9 = (w,.88h);
z10 = (w,.88h); z11 = (w,0h);
draw z1--z2;
draw z3--z4;
draw z5--z6;
draw z7..z8..z9;
draw z10--z11;
endchar;

beginchar ("e",5pt#,5pt#,0);
pickup pencircle scaled .4pt;
z1 = (.24w,0h); z2 = (0w,.875h);
z3 = (.24w,.875h); z4 = (.76w,.125h);
z5 = (.88w,h); z6 = (.88w,.25h);
z7 = (w,.125h);
draw z2..z3..cycle;
draw z3--z1;
draw z1..z6;
draw z4..z7..cycle;
draw z6--z5;
endchar;

beginchar ("0",5pt#,5pt#,0);
pickup pencircle scaled .4pt;
lft z1 = (0,.4h);  z2 = (.24w,.4h);
lft z5 = (0,.42h);
z3 = (.5w,.2h);  z4 = (w,.4h);
draw z1..z2..cycle;
draw z5..z3..z4;
endchar;

beginchar (",",5pt#,5pt#,0);
pickup pencircle scaled .4pt;
z1 = (.38w,.68h); z2 = (.62w,.68h);
z3 = (.62w,.38h);
draw z1..z2..cycle;
draw z2..z3;
endchar;

% cmchar "Blank space";
% beginchar(" ",5pt#,0,0);
% adjust_fit(0,0); endchar;
end.
```

รูปที่ 7
ตัวอย่างตัวพิมพ์ภาษาไทย บรรยายโดยใช้ภาษา METAFONT

รูปที่ 8 ตัวอักษร "น" และ "ก" ซึ่งบรรยายโดยภาษา METAFONT ในรูปที่ 7



ตัวอักษรตัวแรก เราตั้งชื่อ "M" ซึ่งปรากฏอยู่ในคำสั่ง beginchar ตัวอักษรนี้เรากำหนดความกว้างเท่ากับ 5pt และความสูงเท่ากับ 5pt เครื่องหมาย # หมายถึงว่า 5pt เป็นหน่วยบอกระยะ ไม่ใช่ตัวแปร pt คูณด้วย 5 ในที่นี้เราใช้ปากกาหัวกลม ขนาด 0.4 pt ตัวอักษร M นี้ ถ้าท่านผู้อ่านลองวาดดูจะเห็นว่า มันคือตัว "ก" นั่นเอง

ตัวอักษรตัวถัดไป ซึ่งตั้งชื่อว่า "e" มีส่วนประกอบคล้ายกับตัว M ตัวอักษรชื่อ e นี้ ถ้าลองวาดดูจะเห็นว่าคือตัว "น"

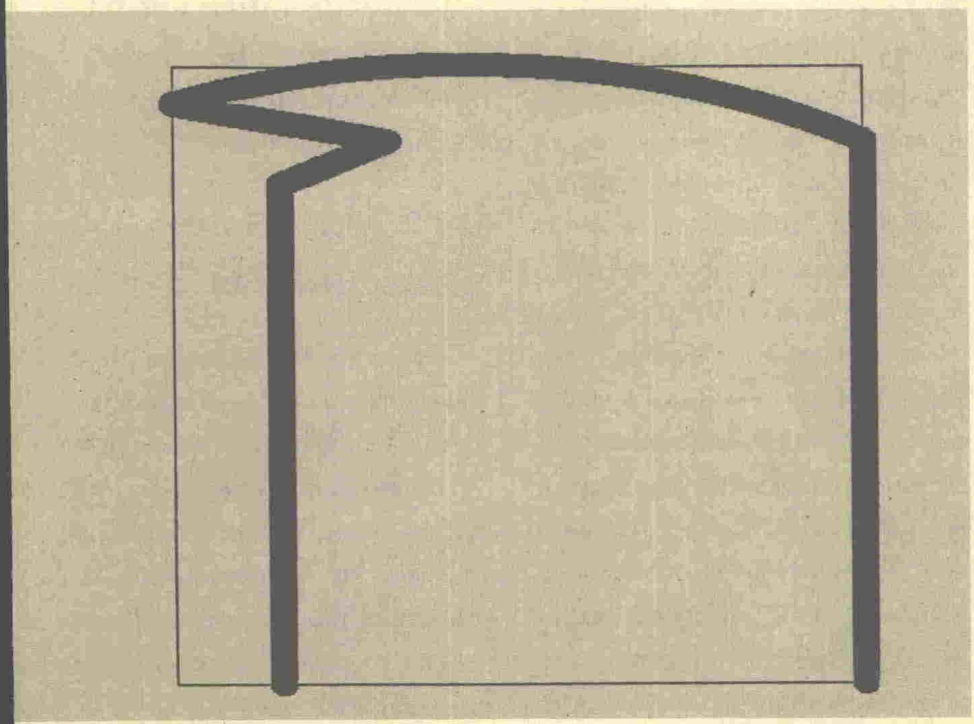
สำหรับ สองตัวสุดท้าย ซึ่งตั้งชื่อว่า "0" กับ "," ขอให้ท่านผู้อ่านลองไปทำเป็นการบ้านดูว่ามันคือตัวอะไรกันแน่

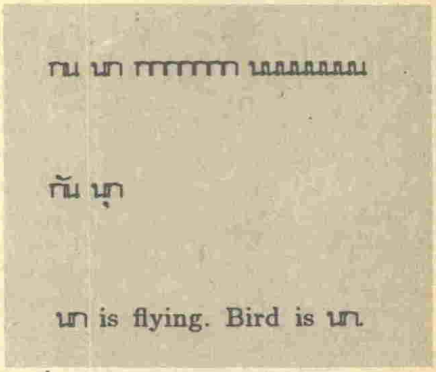
ตัวแปร w และ h จะถูกแทนค่าตามที่กำหนดไว้ในคำสั่ง beginchar โดยอัตโนมัติ เมื่อ METAFONT อ่านโปรแกรมในรูปที่ 7 ดังนั้น ค่า w ของตัวอักษรชื่อ "M" จะมีค่าเท่ากับ 5pt ในขณะที่ค่า h มีค่าเท่ากับ 5pt เช่นเดียวกัน รายละเอียดของตัว "น" และ "ก" แสดงในรูปที่ 8 (ก) และ 8 (ข) ตามลำดับ

ในรูปที่ 9 แสดงตัวอย่างคำภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ซึ่งพิมพ์โดยใช้ตัวพิมพ์ที่ออกแบบจากภาษา METAFONT ตัวพิมพ์แต่ละตัวถูกจัดเรียงตามที่เราพิมพ์เข้าไป โดยอาศัยอีกโปรแกรมหนึ่งชื่อ TeX รายละเอียดของ TeX จะขอละเอาไว้

สรุป

METAFONT ให้ความสะดวกต่อการบรรยายโครงสร้างของตัวพิมพ์มากกว่าวิธีการเก็บแบบเป็นจุด แต่ปัญหาอยู่ที่ว่า ถ้ามีตัวพิมพ์ลักษณะแปลกอยู่ตัวหนึ่ง ทำอย่างไรจึงจะหาสมการคณิตศาสตร์ เพื่อจะบรรยายลักษณะของเส้นโค้งให้มีความใกล้เคียงกับตัวพิมพ์ตัวนั้นมากที่สุด เราจะแบ่งและแยกส่วนตัวพิมพ์ตัวนั้นออกเป็นกี่ส่วนดี





รูปที่ 9 ตัวอย่างคำภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พิมพ์จากตัวพิมพ์ในโปรแกรมของรูปที่ 7

สำหรับภาษาไทยนั้น โครงสร้างของตัวพิมพ์ค่อนข้างจะง่าย โครงการตัวพิมพ์ภาษาไทยและการทำระบบเรียงพิมพ์ภาษาไทยที่ใช้สำหรับโรงพิมพ์ สำนักงาน มหาวิทยาลัย โรงเรียน เพื่อแทนเครื่องพิมพ์ดีดที่กำลังวิจัยที่ University of Southwestern Louisiana นี้ คาดว่าจะออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ได้ภายในปี 2531 สำหรับผู้สนใจขอได้โปรดติดต่อมายังที่อยู่ข้างต้น ท้ายสุดนี้ผมขอขอบคุณ Mr. Patrick Landry เจ้าหน้าที่ของ The Center for Advanced Computer Studies, USL ที่ให้ความช่วยเหลือในการพัฒนาโครงการภาษาไทยครั้งนี้

หนังสืออ้างอิง

1. The METAFONT BOOK โดย D. Knuth จัดพิมพ์โดยสำนักพิมพ์ Addison-Wesley 1986
2. The TeX book โดย D. Knuth จัดพิมพ์โดยสำนักพิมพ์ Addison-Wesley 1986